

# リサイクル容易な曲面・超軽量結晶Si太陽電池モジュールの開発

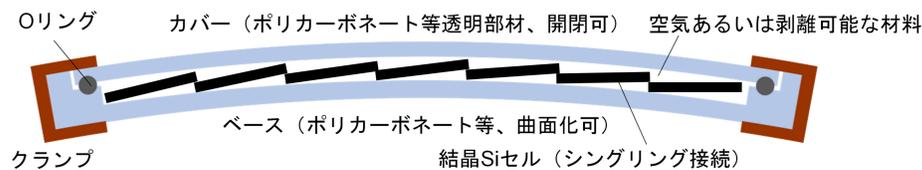
団体名: 北陸先端科学技術大学院大学、京セラ、新潟大学、青山学院大学、岐阜大学

## 事業の目的・目標

封止材を使用しない、あるいは剥離可能な封止材を使用した  
新概念結晶Si太陽電池モジュールを作製する技術の確立  
→ モジュールの長寿命化、部材の高いリサイクル性を実現  
カバーガラスの代わりにプラスチック等の軽量素材を使用  
→ モジュールの曲面化・軽量化、多様な建材への導入

- ・信頼性評価
- ・多量の水分浸入の抑止技術開発
- ・新概念モジュールに適したセル間の接続方法の開発
- ・光学損失を抑制する構造の開発、部材の選定
- ・放熱を促進する技術の開発
- ・プラスチック材料自体の長期信頼性を確保するための施策

## 本事業で開発を目指す太陽電池モジュールの構造



## 2024年の主な成果

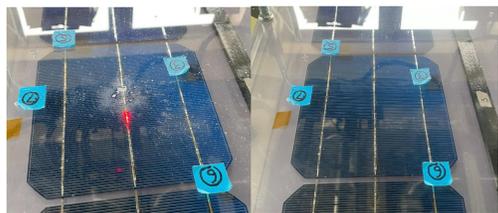
### ①モジュール構造の開発 (北陸先端科学技術大学院大学)

セルを設置するベースとカバーにポリカーボネート(PC)を使用  
Oリングを固定するクランプをAIフレーム型のものに改良 → 水分浸入抑止可能

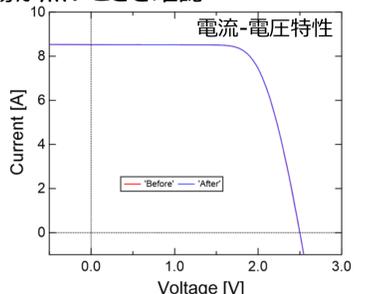


浸水試験14.5 h後のモジュール構造の外観

長辺1 m、短辺0.5 m、曲率半径~3 mの曲面大面積モジュールに  
JIS C 61215-2に基づく降電試験を実施  
→ 発電性能の変化、PCベース/カバーへの損傷が無いことを確認



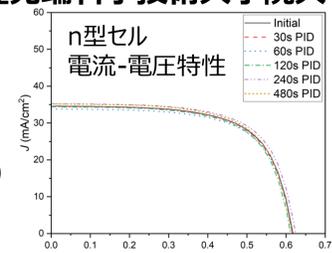
試験後のモジュール表面



### ②新概念モジュールのPID耐性の検証 (北陸先端科学技術大学院大学)

PCカバーと剥離可能封止材を用いたモジュールを用いた結晶Si PVモジュールのPID耐性

汎用のp型セル (シャント型PIDを起こす)  
n型フロントエミッターセル (分極型PIDを起こす)  
PCカバーの使用でいずれのPIDも抑止可能



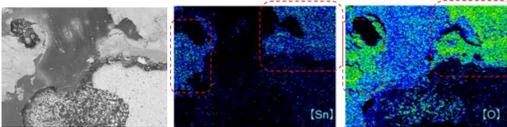
### ③リサイクル可能な封止材料の調査、検証 (京セラ)

分離/再生可能性のある封止材料4種を選定、  
リサイクル面、製造面、耐久性面での検討を行い、課題を抽出

抽出課題	リサイクル面		再生化	製造面	耐久性面												
	加熱溶融滴下	機械的剥離			密着性	Jsc低下率	TC試験90~40°C	DH試験85°C90%RH	UV照射	剥離	断線	FF劣化	黄変	腐食	FF劣化	局部剥離	黄変
選定樹脂1	低回収率 8%	剥離可	酸化	剥離有	大	×	-	-	×	○	○	×	×	×	×	×	○
選定樹脂2	低回収率 7-11%	剥離不可	酸化	剥離有	小	○	×	-	△	○	○	○	×	×	×	×	○
選定樹脂3	低回収率 12%	剥離可	酸化、一部架橋	剥離有	大	×	-	×	×	○	△	×	×	×	×	×	○
選定樹脂4	低回収率 8%	剥離不可	架橋、酸化、分解	剥離無	小	○	×	-	×	×	×	×	×	×	×	×	×

### ④新概念モジュールに適したセル間接続方法の開発 (京セラ)

半田メッキ銅箔とSiセル間の導電性接着剤(ECA)接合  
TC試験、DH試験 → 劣化モードが3種類存在することを解明



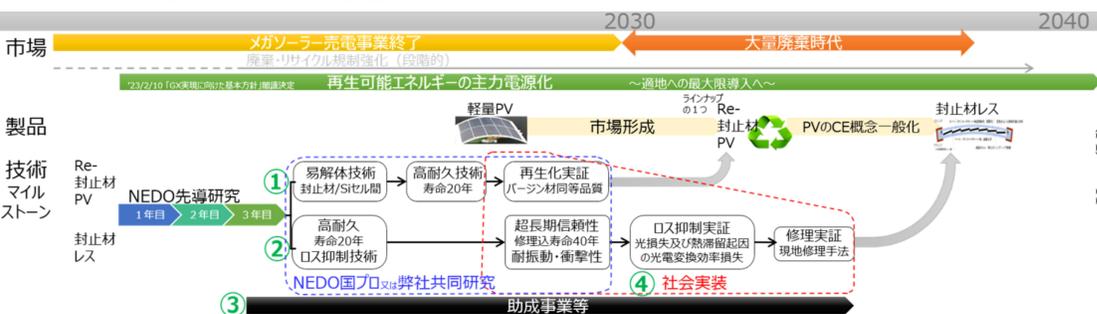
1. 熱+繰り返し疲労による密着強度減
2. 湿熱による密着強度低下
3. 湿熱によるSn拡散と腐食

剥離後ECA表面のSEM-EDS分析結果

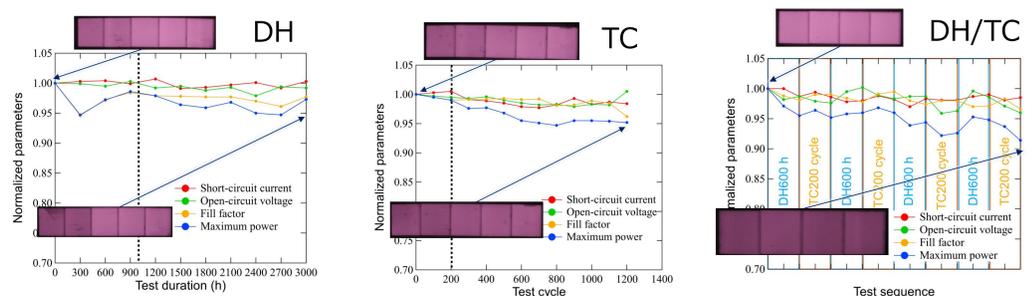
## 課題・今後の取組

- ・振動によるセル割れの対策
- ・実用サイズのモジュールの作製と屋外曝露検証

## 実用化・事業化の見通し



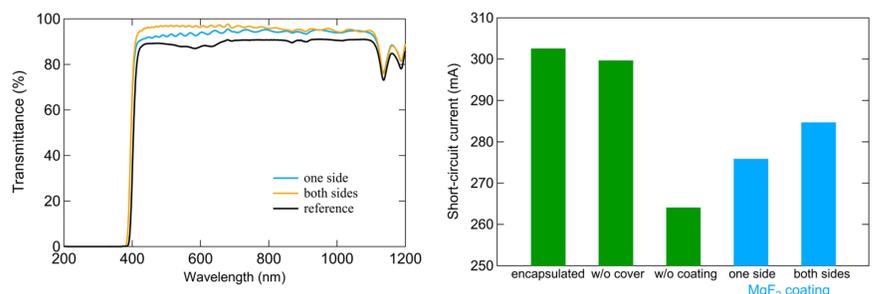
### ⑤曲面・超軽量新概念モジュールの複合加速試験による評価 (新潟大学)



DH試験: 試験3000 h後の出力は初期値の93%程度を維持  
TC試験: 1200サイクル後においても2つのモジュールともに初期値の95%程度の出力を維持  
DH/TC繰り返し試験: DH2400 h、TC800サイクル後も、性能低下は10%程度

### ⑥高効率化に資する高耐久モジュールベースの開発 (新潟大学)

PCカバー/大気界面での光反射抑制のためMgF<sub>2</sub>膜コート

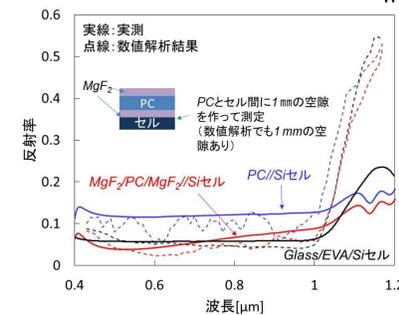


MgF<sub>2</sub>膜コートによる透過率および短絡電流向上を確認

### ⑦光反射損失低減構造の開発 (青山学院大学)

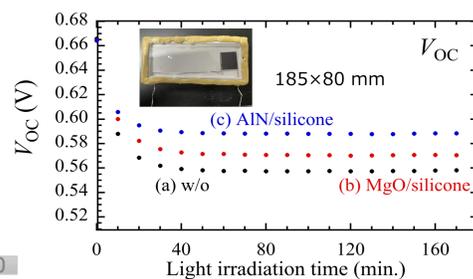
3次元光学数値解析  
PC表面のテクスチャ構造サイズ最適化  
MgF<sub>2</sub>反射防止膜を検討

加重平均反射率  $R_w = 3.21\%$   
※カバーガラス/EVA封止材:  $R_w = 5.17\%$

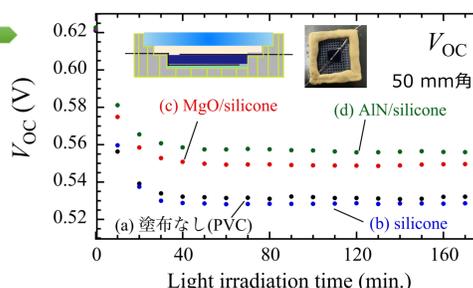


PC板(3 mm厚)両面にMgF<sub>2</sub>膜を最適膜厚堆積  
結晶Siセル上1 mmの空隙で設置し反射率評価  
→ 従来モジュールと同等の反射率

### ⑧新概念モジュールの放熱機構の開発 (岐阜大学)



液体siliconeに熱伝導性フィラー粒子 (AIN, MgO) を混入し、塗布・乾燥  
放熱効果  
MgO/silicone: 6.1°C  
AIN/silicone: 15.5°C



2 mmφの縦穴に放熱効果材料を充填  
放熱効果  
AIN/silicone: 11.5°C  
MgO/silicone: 8.6°C